



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (UPM)

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BOOTSTRAP PARA LA ESTIMACIÓN DE MOVILIDAD DE FURGONETAS

Autores: E. Gallego, J. Mira, B. Arenas,
F. Aparicio, J. Páez

Ponente:

Elisa Gallego Tellechea

Consorti



Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA) – UPM



Centro de Investigación del Transporte (TRANSyT) – UPM



Instituto de Estudios de Automoción (IEA)



Universidad Carlos III de Madrid

seio 2012

Madrid

20 abril 2012

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BOOTSTRAP PARA LA ESTIMACIÓN DE LA MOVILIDAD DE FURGONETAS

ÍNDICE:

INTRODUCCIÓN

METODOLOGÍA

DATOS DE LA ENCUESTA DE MOVILIDAD

RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE MOVILIDAD

COMPARACIÓN CON OTROS ESTUDIOS

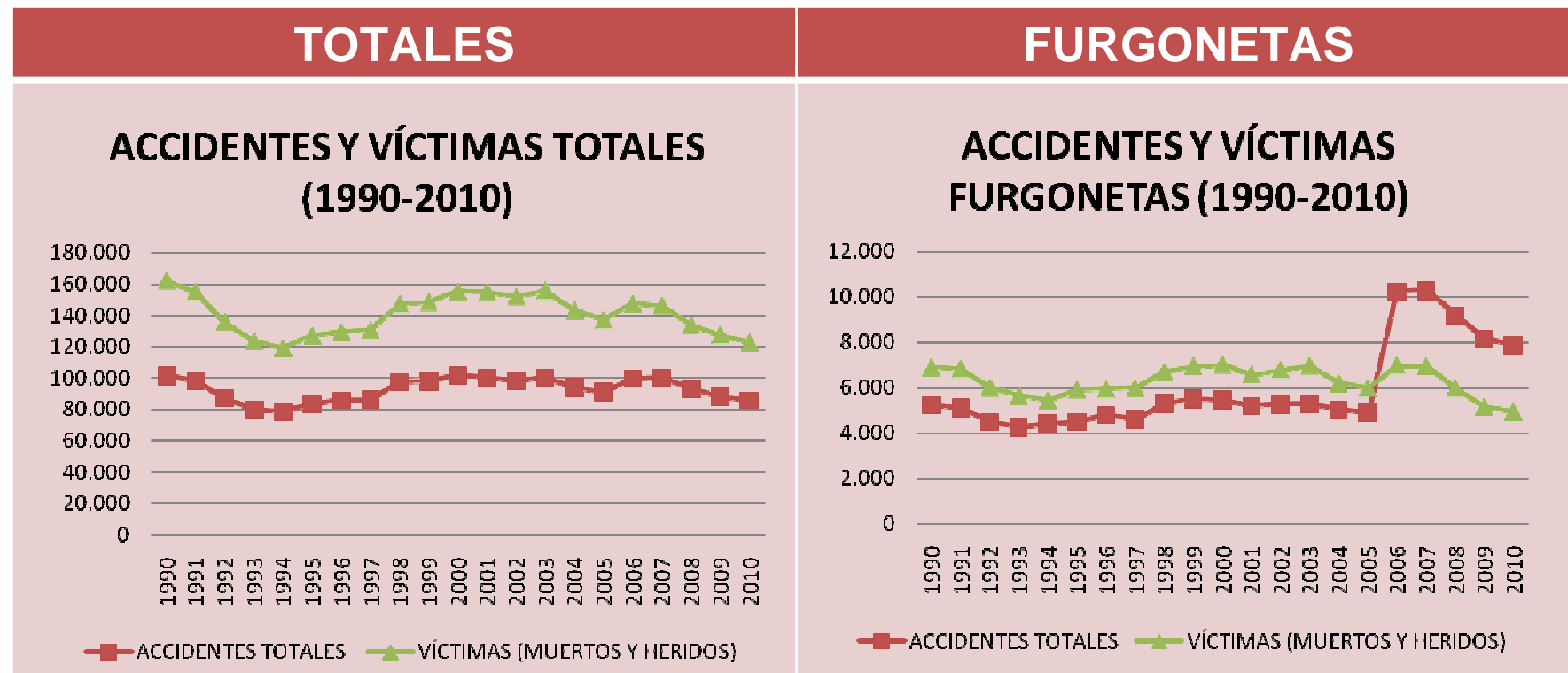
- **AFOROS MINISTERIO DE FOMENTO**

- **PROYECTO IMPROVER**

CONCLUSIONES



INTRODUCCIÓN



- Importancia de estudiar la **movilidad** de estos vehículos como factor de riesgo de accidentes y sus consecuencias.

INTRODUCCIÓN

- Movilidad (aforos):

$$veh - km = \frac{365 \cdot IMD \cdot L_i}{10^6}$$

- IMD: intensidad media diaria anual de tráfico, determinada a partir del recuento de vehículos que atraviesan una sección determinada de un tramo de aforo.
- L_i : longitud del tramo de aforo para la que se considera homogéneo el tráfico medido.
- No hay información para furgonetas.
- Se emplean vías indirectas como la elaboración de **encuestas y métodos de exposición inducida (BGA)**.



INTRODUCCIÓN

•Proyecto

FURGOSEG

Desarrollo y aplicación de una metodología integrada para el estudio de los accidentes de tráfico con implicación de furgonetas

- Encuesta de movilidad: 3693 conductores.
- Localización: centros ITV, logísticos y talleres.
- Realizada en 2009.
- Cada encuesta consta de 59 preguntas.



APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BOOTSTRAP
PARA LA ESTIMACIÓN DE MOVILIDAD DE
FURGONETAS

seio 2012

INTRODUCCIÓN

- La encuesta permite calcular los km/año.
- Cálculo de la movilidad:

$$veh - km = Parque * km / año$$

- Los valores obtenidos se comparan con:
 - Datos de movilidad para camionetas del Anuario Estadístico del Ministerio de Fomento.
 - Datos de España del proyecto europeo IMPROVER realizado para LGV.



METODOLOGÍA

1. Diseño: **Muestreo estratificado**
(Rao & Wu, 1988)
2. Análisis: **Bootstrap**
(Efron, 1979)



APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BOOTSTRAP
PARA LA ESTIMACIÓN DE MOVILIDAD DE
FURGONETAS

METODOLOGÍA

1) Diseño: **Muestreo estratificado**

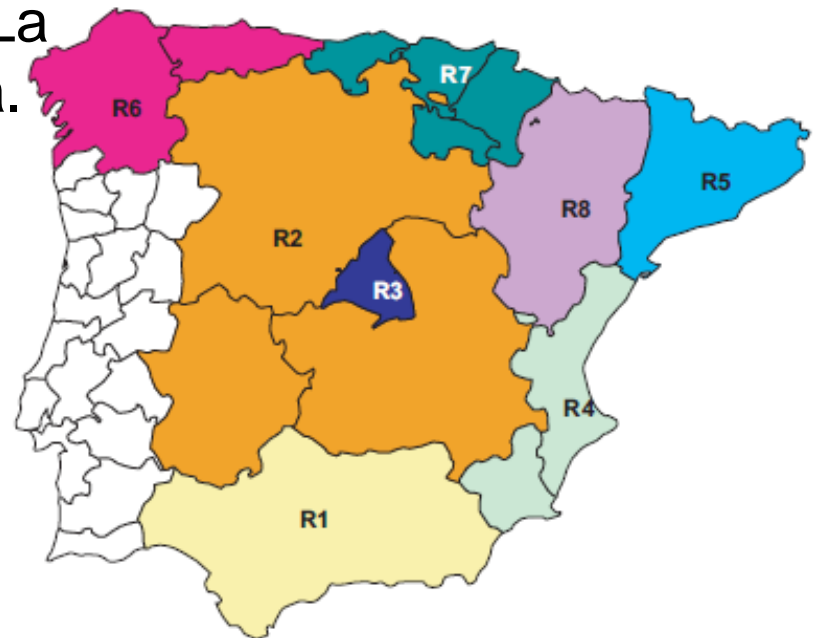
- Consiste en dividir la población en subconjuntos o estratos, de manera que se garantice que cada uno de ellos esté presente en la muestra y en una proporción acorde con la importancia relativa del estrato.
- La estratificación es óptima cuando se minimizan las varianzas intra-estrato, maximizándose las diferencias entre estratos.



METODOLOGÍA

- Diseño de la muestra: distribución regional

- Región 1: Andalucía.
- Región 2: Castilla León, Castilla-La Mancha y Extremadura.
- Región 3: Madrid.
- Región 4: Valencia y Murcia.
- Región 5: Cataluña.
- Región 6: Galicia y Asturias.
- Región 7: Cantabria, País Vasco, Navarra y La Rioja.
- Región 8: Aragón.



METODOLOGÍA

- Diseño de la muestra: distribución de los tipos de vehículos de FURGLOSEG

G1: Pick-up	G2: Camión caja abierta/cerrada	G3: Furgón/ furgoneta	G4: Derivado de turismo
	 	 	 

METODOLOGÍA

- Tamaño y distribución de la muestra:

REGIÓN	TIPO DE VEHÍCULO				TOTAL
	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	
Región 1	20	20	196	306	542
Región 2	22	72	158	176	428
Región 3	42	142	305	282	771
Región 4	18	63	147	322	550
Región 5	33	82	300	248	663
Región 6	5	30	174	79	288
Región 7	24	46	95	180	345
Región 8	2	4	14	86	106
Total G_i	166	459	1389	1679	3693

METODOLOGÍA

2) Análisis: Técnica no paramétrica de remuestreo (**Bootstrap**)

- Independencia de la hipótesis de la distribución típicamente normal de los datos.
- Avance metodológico respecto a los procedimientos tradicionales.
- Se analizan las variables de la encuesta de forma independiente, estimando su distribución a partir de:
 - La estimación de la media, junto con sus intervalos de confianza del 95%.
 - La estimación de la incertidumbre o variabilidad, junto con sus intervalos de confianza.



METODOLOGÍA

- Estimador de la media o esperanza de la población

$$\mu = w_1 \bar{x}_1 + w_2 \bar{x}_2 + w_3 \bar{x}_3 + \dots + w_8 \bar{x}_8 = \sum_{i=1}^8 w_i \bar{x}_i$$

w_i : pesos relativos de los estratos, \bar{x}_i : medias en cada estrato, proporcionales a las poblaciones de dichos estratos.

- Estimador de la varianza de la población: estimación puntual e intervalo de confianza

$$\sigma_{st}^2 = \sum_{h=1}^2 w_h \sigma_h^2 + \sum_{h < g} w_h w_g (\mu_h - \mu_g)^2$$

σ^2 : varianza de cada estrato, μ_i : medias de cada estrato, w_i : pesos relativos.

- El intervalo de confianza en ambos casos se obtiene a partir del método de remuestreo o bootstrap.



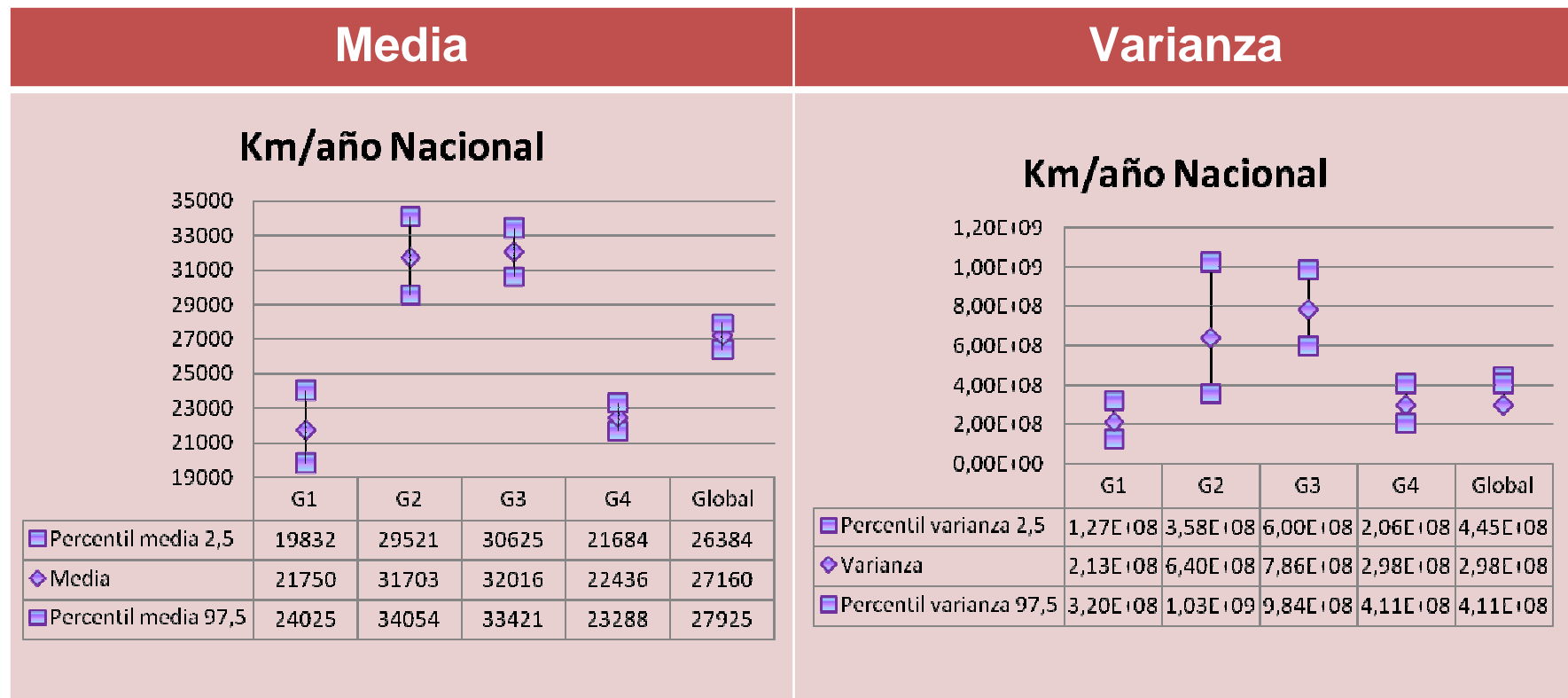
DATOS DE LA ENCUESTA DE MOVILIDAD

- Preguntas de la encuesta de movilidad que permiten calcular los km/año recorridos:
 - Pregunta nº 31: ***Antigüedad del vehículo.***
 - Pregunta nº 38: ***Nº de kilómetros que tiene actualmente el vehículo.***
- La estimación los km/año se puede realizar mediante el cociente de la variable 38 entre la 31.
- Software en Matlab.



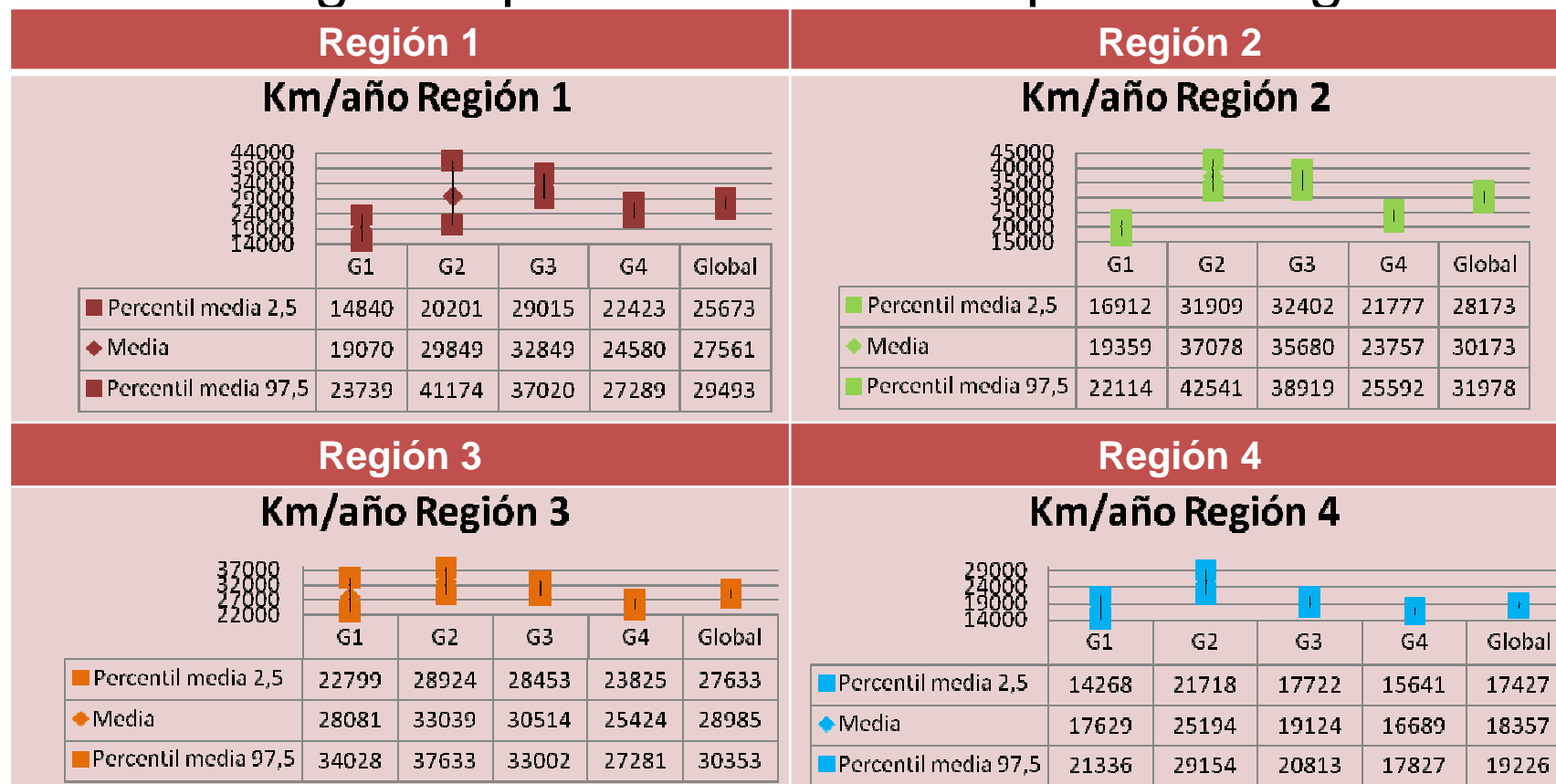
RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE MOVILIDAD

- A nivel nacional para los distintos tipos de furgonetas:



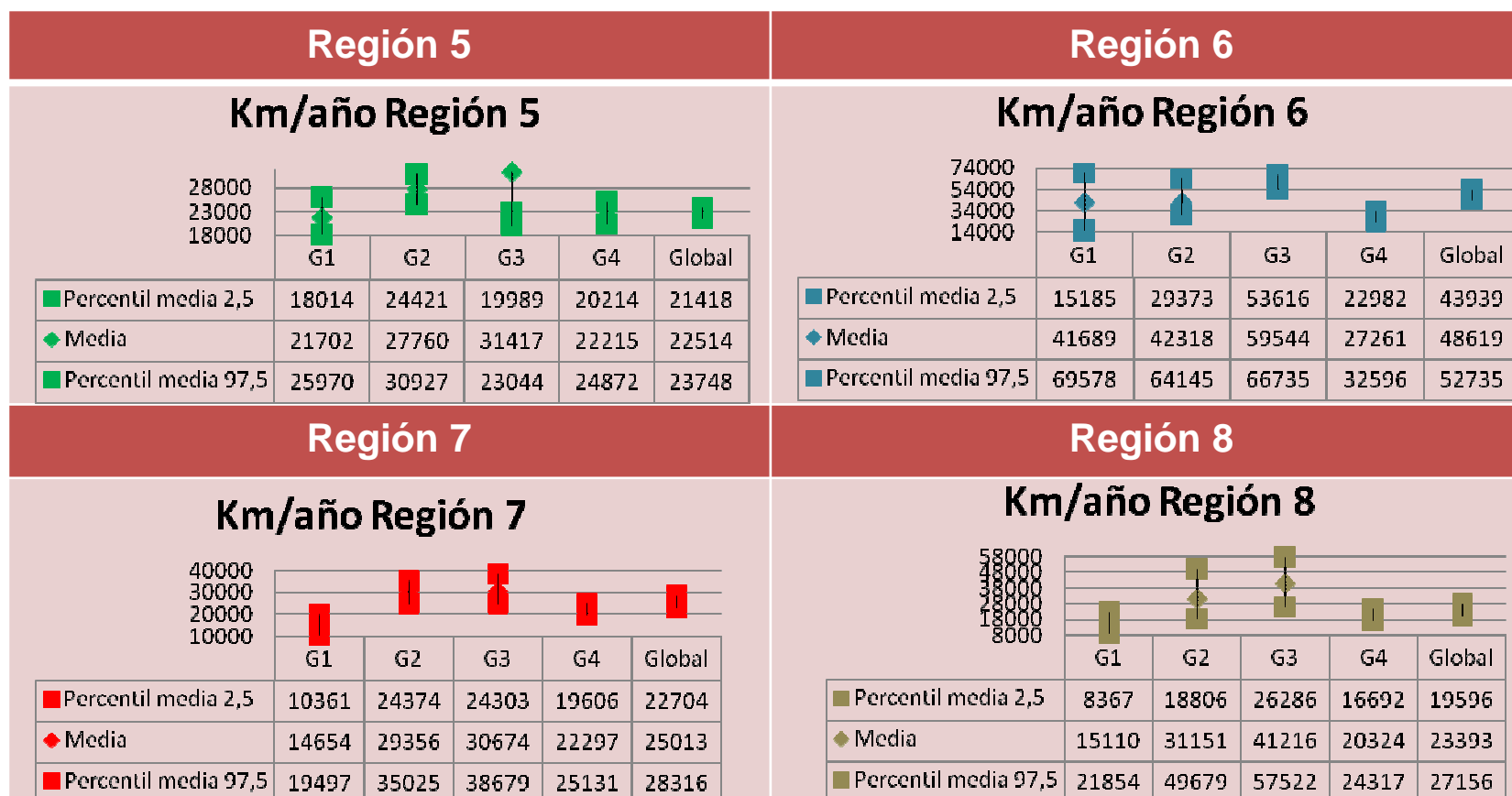
RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE MOVILIDAD

- A nivel regional para los distintos tipos de furgonetas:



RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE MOVILIDAD

- A nivel regional para los distintos tipos de furgonetas:



RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE MOVILIDAD

- Resultados totales para el parque. FURGOSEG (2009)

INTEGRADO NACIONAL	
GRUPO 1	
Parque estimado	141.640
Veh-km (en millones)	3.081
GRUPO 2	
Parque estimado	217.099
Veh-km (en millones)	6.883
GRUPO 3	
Parque estimado	1.102.888
Veh-km (en millones)	35.310
GRUPO 4	
Parque estimado	1.578.118
Veh-km (en millones)	35.407

INTEGRADO GLOBAL	
Parque estimado	3.039.745
Veh-km (en millones)	82.559



APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BOOTSTRAP
PARA LA ESTIMACIÓN DE MOVILIDAD DE
FURGONETAS

seio 2012

COMPARACIÓN CON OTRAS FUENTES

- Aforos del Ministerio de Fomento
- Movilidad de **camionetas**: 10.381 millones de veh-km en la Red de Carreteras del Estado (1/7 del total).
- No hay valores para el parque de camionetas.
- La extensión de este resultado conduce a unos 72.500 millones de veh-km.

AFOROS Mº FOMENTO

Veh-km (en millones)

10.381

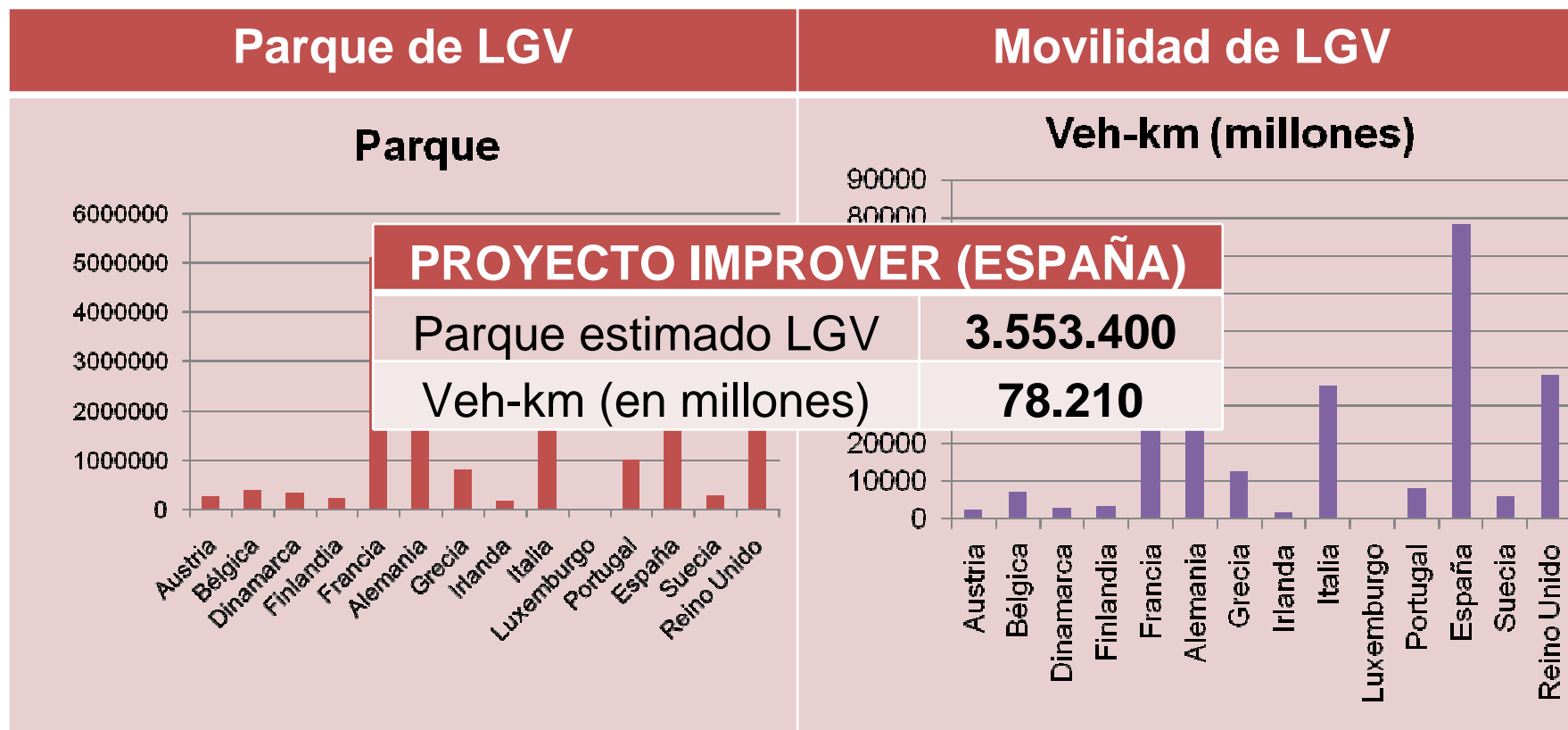


APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BOOTSTRAP
PARA LA ESTIMACIÓN DE MOVILIDAD DE
FURGONETAS

seio 2012

COMPARACIÓN CON OTRAS FUENTES

- Proyecto IMPROVER para **LGV** (año 2000)



CONCLUSIONES

- Resultados obtenidos a partir de cada fuente:

Fuente	Parque	Veh-km (millones)
Encuesta movilidad FURGOSEG (2009)	3.039.745	82.559
Ministerio Fomento (2009)	-	10.381*
Proyecto IMPROVER (2000)	3.553.400**	78.210**

* 1/7 de la red total de carreteras

** valores referidos a LGV



CONCLUSIONES

- Por primera vez se han realizado estimaciones para este colectivo en España.
- Valores de veh-km: mismo orden de magnitud para las distintas fuentes.
- Los resultados obtenidos para los distintos grupos de furgonetas permiten verificar la estratificación propuesta.
- Los resultados validan el uso de encuestas como vías indirectas de estimación de la movilidad para su aplicación a estudios de accidentes.



BIBLIOGRAFÍA

- Efron, B. (1979), "Bootstrap methods; another look at the jackknife". Annals of Statistics, 7, 1-26.
- Quenouille, M.H., (1949), "Approximate tests of correlation in time series". Journal of The Royal Statistical Society, B, 11, pp. 68-84.
- Gross, S. T. (1980). *Median estimation in sample survey*. Proc. of the Survey Research Methods Section. American Statistical Association. 181-184.
- Rao, J. N. K., Wu, C. F. J. (1988). "Resampling Inference With Complex Survey Data". Journal of The American Statistical Association, 83, pp. 231--241.
- Los transportes y los servicios postales. Informe anual 2009*. Ministerio de Fomento.
- Anuario estadístico. Año 2008*. Ministerio de Fomento.
- Anuario estadístico general del Observatorio Nacional de Seguridad Vial de la DGT. Año 2009*. Observatorio Nacional de Seguridad Vial de la Dirección General de Tráfico.
- Caserini et al. March 23, 2007. TFEIP Expert Panel on Transport, Milan. ARPA.
- Proyecto IMPROVER. Final Report: Subproject 2. Impact assessment of measures concerning the improvement of road safety of light goods vehicles (LGV). 2006.



seio 2012

**MUCHAS GRACIAS POR SU
ATENCIÓN**

